

Документ подписан простой электронной подписью Информация о владельце: ФИО: Таскаев Сергей Валерьевич Должность: Ректор Дата подписания: 04.06.2025 12:28:49 Уникальный программный ключ: 04c19ed8bfb98f3b6cb77a486b9a8789b8723737	МИНОВЕРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)	Рабочая программа дисциплины "Нечеткие модели и их приложения в системах искусственного интеллекта" по направлению подготовки (специальности) 02.04.02 "Фундаментальная информатика и информационные технологии" направленности (профилю) Робототехника ФГБОУ ВО «ЧелГУ»	стр. 1
--	---	--	--------

## **Рабочая программа дисциплины (модуля)\***

Нечеткие модели и их приложения в системах искусственного интеллекта

Направление подготовки (специальность)

02.04.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии

Направленность (профиль)

Робототехника

Присваиваемая квалификация (степень)

магистр

Форма обучения

очная

Год(ы) набора 2025

\*Рабочая программа дисциплины (модуля) адаптирована для инклюзивного обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Челябинск 2025 г.



## Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре ОПОП
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля)
4. Объем дисциплины (модуля)
5. Структура и содержание дисциплины (модуля)
6. Фонд оценочных средств
  - 6.1. Перечень видов оценочных средств
  - 6.2. Типовые контрольные задания и иные материалы для текущей аттестации
  - 6.3. Типовые контрольные вопросы и задания для промежуточной аттестации
  - 6.4. Критерии оценивания
7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)
  - 7.1. Рекомендуемая литература
  - 7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"
  - 7.3. Перечень информационных технологий
8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Специальные условия освоения дисциплины обучающимися с инвалидностью и ограниченными возможностями здоровья



### 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

обучение магистрантов основным приемам и методам применения теории нечетких множеств и нечеткой логики для описания различных видов неопределенностей, а также принятия решений в условиях нечеткой информации.

Результаты обучения по дисциплине направлены на достижение индикаторов соответствующих компетенций:

ОПК-1.1. Обладает фундаментальными знаниями в области прикладной математики, информатики и информационных технологий

ОПК-1.2. Умеет осуществлять первичный сбор и анализ материала при решении актуальных проблем прикладной математики, фундаментальной информатики и информационных технологий

ОПК-1.3. Имеет практический опыт решения задач прикладной математики, фундаментальной информатики и информационных технологий

ОПК-3.1. Демонстрирует знания основных методов математического моделирования и инновационных методов решения прикладных задач профессиональной деятельности

ОПК-3.2. Демонстрирует умения проводить анализ и построение математических и информационных моделей, применять методы поиска идей и создания инноваций при разработке алгоритмических и программных решений

ОПК-3.3. Имеет практический опыт математического и/или информационного моделирования при решении прикладных задач профессиональной деятельности

### 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Цикл (раздел) ОПОП: Б1.О.04

#### 2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Изучение базируется на знаниях из теории вероятностей, математического анализа

#### 2.2 Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:

Научный семинар

### 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

**ОПК-1: Способен находить, формулировать и решать актуальные проблемы прикладной математики, фундаментальной информатики и информационных технологий**

#### Знать:

Для достижения ОПК 1.1: знать область применения теории нечетких множеств и основные типы решаемых задач

#### Уметь:

Для достижения ОПК 1.2: уметь использовать полученные теоретические знания для решения прикладных задач

#### Владеть:

Для достижения ОПК 1.3: владеть навыками формулирования алгоритмов управления системами на основе правил нечеткого вывода

**ОПК-3: Способен проводить анализ математических моделей, создавать инновационные методы решения прикладных задач профессиональной деятельности в области информатики и математического моделирования**

#### Знать:

Для достижения ОПК 3.1: знать основы нечеткого математического моделирования

#### Уметь:

Для достижения ОПК 3.2: уметь проводить анализ математических моделей, построенных на основе нечетких множеств

#### Владеть:

Для достижения ОПК 3.3: владеть навыками работы с моделями, применяемыми в теории нечетких множеств для решения прикладных задач

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

3.1 Знать:



Рабочая программа дисциплины "Нечеткие модели и их приложения в системах искусственного интеллекта" по направлению подготовки (специальности) 02.04.02 "Фундаментальная информатика и информационные технологии" направленности (профилю) Робототехника ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

стр. 4

3.1.1 основные принципы нечеткого математического моделирования

**3.2 Уметь:**

3.2.1 грамотно пользоваться математическими терминами, принятыми в теории нечетких множеств

**3.3 Владеть:**

3.3.1 практического использования математического инструментария для моделирования нечетких систем

**4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

<b>Общая трудоемкость</b>	<b>3 ЗЕТ</b>
Часов по учебному плану : 108 в том числе : аудиторные занятия : 50 самостоятельная работа : 52,9 : контактная работа: 55,1 ИКР: 5,1	Виды контроля в семестрах:  зачеты 2

**5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Литература
	<b>Раздел 1. Основные понятия теории нечетких множеств</b>			
1.1	Определение нечетких множеств. Методы построения функций принадлежности. Основные операции над нечеткими множествами /Лек/	2	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Э1 Э2
1.2	Определение нечетких множеств. Методы построения функций принадлежности. Основные операции над нечеткими множествами /Ср/	2	6	Л1.2 Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.2 Э1 Э2
1.3	Определение нечетких множеств. Методы построения функций принадлежности. Основные операции над нечеткими множествами /Пр/	2	4	Л1.2 Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.2 Э1 Э2
	<b>Раздел 2. Определение и основные виды нечетких операторов</b>			
2.1	Треугольные нормы и конормы (непараметрические и параметрические). Расширение стандартных логических операций /Лек/	2	2	Л1.2 Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.2 Э1 Э2
2.2	Треугольные нормы и конормы (непараметрические и параметрические). Расширение стандартных логических операций /Ср/	2	6	Л1.2 Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.2 Э1 Э2
2.3	Треугольные нормы и конормы (непараметрические и параметрические). Расширение стандартных логических операций /Пр/	2	6	Л1.2 Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.2 Э1 Э2
	<b>Раздел 3. Показатели размытости нечетких множеств. Принцип обобщения</b>			
3.1	Характеристики нечетких множеств: ядро, носитель, высота, поперечные точки. Расстояние между нечеткими множествами: евклидово, расстояние Хемминга. Индекс нечеткости. Свойства индекса нечеткости. Принцип обобщения /Лек/	2	2	Л1.2 Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.2 Э1 Э2
3.2	Характеристики нечетких множеств, индексы нечеткости. Принцип обобщения /Ср/	2	6	Л1.2 Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.2 Э1 Э2
3.3	Характеристики нечетких множеств: ядро, носитель, высота, поперечные точки. Расстояние между нечеткими множествами: евклидово, расстояние Хемминга. Индекс нечеткости. Принцип обобщения /Пр/	2	6	Л1.2 Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.2 Э1 Э2
	<b>Раздел 4. Нечеткие отношения на множестве</b>			



Рабочая программа дисциплины "Нечеткие модели и их приложения в системах искусственного интеллекта" по направлению подготовки (специальности) 02.04.02 "Фундаментальная информатика и информационные технологии" направленности (профилю) Робототехника ФГБОУ ВО «ЧелГУ»				стр. 5
4.1	Определение бинарного отношения. Свойства бинарных отношений. Нечеткие бинарные отношения. Операции над нечеткими бинарными отношениями. Композиция нечетких бинарных отношений /Лек/	2	2	Л1.2 Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.2 Э1 Э2
4.2	Определение бинарного отношения. Свойства бинарных отношений. Нечеткие бинарные отношения. Операции над нечеткими бинарными отношениями. Композиция нечетких бинарных отношений /Ср/	2	6	Л1.2 Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.2 Э1 Э2
4.3	Определение бинарного отношения. Свойства бинарных отношений. Нечеткие бинарные отношения. Операции над нечеткими бинарными отношениями. Композиция нечетких бинарных отношений /Пр/	2	4	Л1.2 Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.2 Э1 Э2
<b>Раздел 5. Методы дефаззификации</b>				
5.1	Методы дефаззификации: метод первого максимума, центра тяжести, центра площади, метод центра максимумов. /Лек/	2	1	Л1.2 Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.2 Э1 Э2
5.2	Методы дефаззификации: метод первого максимума, центра тяжести, центра площади, метод центра максимумов. /Ср/	2	4	Л1.2 Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.2 Э1 Э2
5.3	Методы дефаззификации: метод первого максимума, центра тяжести, центра площади, метод центра максимумов. /Пр/	2	3	Л1.2 Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.2 Э1 Э2
<b>Раздел 6. Лингвистическая переменная</b>				
6.1	Определение лингвистической переменной. Примеры, область применения /Лек/	2	1	Л1.2 Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.2 Э1 Э2
6.2	Лингвистическая переменная. Примеры /Ср/	2	4	Л1.2 Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.2 Э1 Э2
6.3	Определение лингвистической переменной. Примеры, область применения /Пр/	2	3	Л1.2 Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.2 Э1 Э2
<b>Раздел 7. Нечеткие модели вывода</b>				
7.1	Нечеткая модель вывод. Общая структура нечетких систем управления. Основные алгоритмы нечеткого вывода /Лек/	2	2	Л1.2 Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.2 Э1 Э2
7.2	Нечеткие системы управления /Ср/	2	12	Л1.2 Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.2 Э1 Э2
7.3	Нечеткая модель вывод. Общая структура нечетких систем управления. Основные алгоритмы нечеткого вывода /Пр/	2	4	Л1.2 Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.2 Э1 Э2
<b>Раздел 8. Нечеткий многокритериальный анализ вариантов</b>				
8.1	Нечеткий многокритериальный анализ вариантов. Примера принятия решений в нечетких условиях на основе нечеткого многокритериального анализа вариантов /Лек/	2	2	Л1.2 Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.2 Э1 Э2
8.2	Нечеткий многокритериальный анализ вариантов /Ср/	2	4,9	Л1.2 Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.2 Э1 Э2
8.3	Нечеткий многокритериальный анализ вариантов. Примера принятия решений в нечетких условиях на основе нечеткого многокритериального анализа вариантов /Пр/	2	2	Л1.2 Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.2 Э1 Э2
<b>Раздел 9. Нечеткая кластеризация</b>				
9.1	Алгоритм кластеризации k-средних. Нечеткая кластеризация по алгоритму k-средних. /Лек/	2	2	Л1.2 Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.2 Э1 Э2



Рабочая программа дисциплины "Нечеткие модели и их приложения в системах искусственного интеллекта" по направлению подготовки (специальности) 02.04.02 "Фундаментальная информатика и информационные технологии" направленности (профилю) Робототехника ФГБОУ ВО «ЧелГУ»				стр. 6
9.2	Алгоритм кластеризации k-средних. Нечеткая кластеризация по алгоритму k-средних. /Пр/	2	2	Л1.2 Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.2 Э1 Э2
9.3	Алгоритм кластеризации k-средних. Нечеткая кластеризация по алгоритму k-средних. /Ср/	2	4	Л1.2 Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.2 Э1 Э2
<b>Раздел 10. Иная контактная работа</b>				
10.1	Индивидуальные консультации, Текущий контроль /ИКР/	2	5,1	Л1.2 Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.2 Э1 Э2

## 6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### 6.1. Перечень видов оценочных средств

Список тем докладов  
Контрольная работа  
Вопросы для подготовки к зачету  
Тест

### 6.2. Типовые контрольные задания и иные материалы для текущей аттестации

Примерный перечень тем докладов

1. Нечеткие числа и интервалы в форме (L-R)-функций. Треугольные нечеткие числа и трапециевидные нечеткие интервалы
2. Определение экономических параметров выполнения проектов, представленных сетью взаимосвязанных работ
3. Эффективное распределение инвестиций. Оптимизация фондовых портфелей
4. Методы нечеткой логики в анализе коммерческих, производственных и экологических рисков
5. Нечеткие автоматы
6. Пример использования систем нечеткого вывода в задачах управления «Модель кондиционером воздуха в помещении»
7. Пример использования систем нечеткого вывода в задачах управления «Нечеткая модель управления смесителем воды при принятии душа»
8. Нечеткие сети Петри
9. Нечеткие ситуационные сети
10. Оценка эффективности инвестиционного проекта с применением теории нечетких множеств

Образец контрольной работы приведен в приложении

### 6.3. Типовые контрольные вопросы и задания для промежуточной аттестации

Вопросы для подготовки к зачету

1. Определение нечеткого множества. Основные операции над нечеткими множествами
2. Основные виды функций принадлежности.
3. Методы построения функций принадлежности.
4. Определение треугольной нормы и треугольной конормы
5. Основные виды треугольных норм и конорм.
6. Расширение стандартных логических операций
7. Показатели размытости нечетких множеств
8. Нечеткие бинарные отношения, определение и операции над ними.
9. Композиция нечетких отношений.
10. Принцип обобщения
11. Определение лингвистической переменной.
12. Методы дефаззификации.
13. Определение лингвистической переменной.
14. Нечеткие модели вывода (общая схема)
15. Основные алгоритмы нечеткого вывода
16. Алгоритм нечеткой кластеризации k-средних
17. Нечеткий многокритериальный анализ вариантов



Рабочая программа дисциплины "Нечеткие модели и их приложения в системах искусственного интеллекта" по направлению подготовки (специальности) 02.04.02 "Фундаментальная информатика и информационные технологии" направленности (профилю) Робототехника ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

стр. 7

Образец тестовых заданий приведен в приложении

#### 6.4. Критерии оценивания

В течение учебного семестра студенты за каждый вид работы получают баллы. Кроме этого на зачете максимально можно получить 20 баллов. Итоговая оценка складывается из суммы баллов, полученных за работу в семестре и за ответ на зачете. Затем полученная сумма баллов переводится в оценку. При этом допускается получение студентом автоматической оценки только по результатам работы в семестре.

Набранные баллы	Оценка
Менее 61	незачтено
61 – 100	зачтено

Начисляемые баллы за выполнение плановых заданий

Посещение занятий	- 20
Выполнение заданий контрольной работы	- 35
Подготовка и выступление с докладом	- 30
Выполнение заданий на занятиях	- 10
Своевременное выполнение заданий	- 5

В ходе изучения дисциплины студент должен выполнить, подготовить и представить доклад. Допускается работа над докладом в составе небольшой группы студентов (2-3 человека). Если при выступлении с докладом студент подробно проработал тему, осветил все важные моменты, привел поясняющие примеры, то доклад оценивается 30 баллами. Если задание выполнено с ошибками, не выполнены указанные выше требования, то баллы снижаются в зависимости от количества допущенных ошибок. Если допущена одна ошибка, то задание оценивается 20 баллами, допущены две ошибки – 10 баллами. Если студент не справился с заданием, то за него он получает 0 баллов.

Контрольная работа содержит пять заданий. За каждое из этих заданий можно получить от 0 до 7 баллов. Если задание выполнено правильно, то оно оценивается 7 баллами. Если задание выполнено с ошибками, то баллы снижаются в зависимости от количества допущенных ошибок. Если допущена одна ошибка, то задание оценивается 5 баллами, допущены две ошибки – 3 балла, допущены три ошибки – 1 балл. Если допущено более трех ошибок в задании или студент не выполнил какое-либо задание, то за него он получает 0 баллов.

Выполнение заданий на занятиях оценивается от 0 до 3 баллов. Если задание выполнено правильно, то оно оценивается 3 баллами. Если допущена одна ошибка, то задание оценивается 2 баллами, допущены две ошибки – 1 балл. В остальных случаях студент получает 0 баллов.

На зачете студенты выполняют тест. Продолжительность зачета – 60 минут. Студент выполняет 20 тестовых заданий. Если задание выполнено правильно, то оно оценивается 1 баллом.

### 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

#### 7.1. Рекомендуемая литература

##### 7.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Ресурс
Л1.1	Бобырь М. В., Емельянов С.Г., Архипов А.Е., Милостная Н.А.	Прикладные нейро-нечеткие вычислительные системы и устройства: монография ( <a href="https://znanium.com/catalog/document?id=425109">https://znanium.com/catalog/document?id=425109</a> )	Москва : ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2023	ЭБС
Л1.2	Горбаченко В. И., Ахметов Б. С., Кузнецова О. Ю.	Интеллектуальные системы: нечеткие системы и сети: учебное пособие для вузов ( <a href="https://urait.ru/bcode/539202">https://urait.ru/bcode/539202</a> )	Москва : Юрайт, 2024	ЭБС
Л1.3	Броневич А. Г., Лепский А. Е.	Нечеткие модели анализа данных и принятия решений: учебное пособие ( <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=699504">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=699504</a> )	Москва : Издательский дом Высшей школы экономики, 2022	ЭБС

##### 7.1.2. Дополнительная литература



	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Ресурс
Л2.1	Соколов С. В., Ковалев С. М., Кучеренко П. А., Смирнов Ю. А.	Методы идентификации нечетких и стохастических систем: научная литература ( <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=485508">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=485508</a> )	Москва : Физматлит, 2017	ЭБС
Л2.2	Демидова Г. Л., Лукичев Д. В.	Регуляторы на основе нечеткой логики в системах управления техническими объектами ( <a href="https://e.lanbook.com/book/110432">https://e.lanbook.com/book/110432</a> )	Санкт- Петербург : НИУ ИТМО, 2017	ЭБС

### 7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Э1	КиберЛенинка - научная электронная библиотека (журналы) <a href="http://cyberleninka.ru">http://cyberleninka.ru</a>
Э2	Единое окно доступа к информационным ресурсам [Электронный ресурс] : сайт / ФГАУ ГНИИ ИТТ «Информика». – Москва, 2005 – . – URL: <a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>

### 7.3 Перечень информационных технологий

#### 7.3.1 Программное обеспечение

LMS Moodle

#### 7.3.2 Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы

1. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU (<https://elibrary.ru/defaultx.asp?>) eLIBRARY.RU : научная электронная библиотека : сайт. – Москва, 2000 – . – URL: <https://elibrary.ru.> – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.
2. Реферативная база по математике MathSciNet (<https://mathscinet.ams.org/mathscinet/>) Mathematical Reviews (MR) : реферативная база данных / American Mathematical Society. – URL: <http://www.ams.org/mathscinet/>. – Яз. рус., англ. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей ЧелГУ. – Текст : электронный.

## 8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Для реализации дисциплины используются учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы.

Учебные аудитории укомплектованы специализированной мебелью (подразумевается наличие стандартных рабочих (посадочных) мест) и техническими средствами обучения (переносное и / или стационарное мультимедийное оборудование: экран, ноутбук, проектор).

Для проведения занятий лекционного типа предлагаются наборы демонстрационного оборудования и учебно- наглядных пособий (мультимедийные презентации по отдельным темам, рисунки, таблицы, схемы и т.д).

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с подключением к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета

## 9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Рабочей программой дисциплины предусмотрена самостоятельная работа студентов. Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- проработку теоретического материала по учебникам или конспекту лекций с обязательным разбором приведенных примеров;
- подготовку к занятиям;
- подготовку доклада.

При планировании времени на самостоятельную работу студентам необходимо предусмотреть регулярное повторение пройденного материала. Теоретический материал, законспектированный на лекциях, необходимо дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе.

В случае применения при изучении дисциплины электронного обучения, дистанционных образовательных технологий общение обучающихся и преподавателя осуществляется в режиме реального или отложенного времени, при этом используются возможности системы дистанционного обучения Moodle и электронная почта.

Большую часть времени обучающиеся самостоятельно работают с учебно-методическими материалами. Студенты имеют возможность консультироваться с преподавателем по всем вопросам, возникающим в ходе самостоятельной работы, посредством электронной почты, сообщений системы дистанционного обучения Moodle.

Доступ обучающегося к учебным ресурсам в режиме отложенного времени, самостоятельной работы осуществляется через сеть Интернет в удобном для него месте, времени и темпе.



При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья электронное обучение, дистанционные образовательные технологии предусматривают возможность приема-передачи информации в доступных для них формах. Реализация дисциплины с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий (далее – ЭО, ДОТ) осуществляется на основании «Положения о реализации основных и дополнительных образовательных программ с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Челябинский государственный университет», «Положения о порядке зачета обучающимся по основным профессиональным образовательным программам высшего образования в ФГБОУ ВО «ЧелГУ» результатов освоения в организациях, осуществляющих образовательную деятельность, учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей), практик, дополнительных образовательных программ» посредством электронной информационно-образовательной среды ФГБОУ ВО «ЧелГУ». В исключительных случаях (форс-мажор и т.п.) при реализации образовательной деятельности с применением ЭО, ДОТ могут применять компоненты, не входящие в перечень электронной информационно-образовательной среды.

#### **10. СПЕЦИАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ОБУЧАЮЩИМИСЯ С ИНВАЛИДНОСТЬЮ И ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

Освоение дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с использованием специальных технических средств и информационных технологий, предоставляемых Ресурсным учебно-методическим центром по обучению инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья ЧелГУ по запросу обучающегося (мобильные специальные технические средства для лиц с нарушениями зрения и с нарушением слуха, ассистивные информационные технологии).

При необходимости для обучающихся с нарушениями зрения на рабочих местах для проведения практических или лабораторных занятий устанавливается специальное программное обеспечение (программа речевой навигации, речевые синтезаторы, экранные лупы).

В учебные аудитории обеспечивается беспрепятственный доступ для обучающихся с инвалидностью и с ограниченными возможностями здоровья. В каждой аудитории, где обучаются инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья, предусматривается соответствующее количество мест для обучающихся с учетом нарушений их здоровья.

Для освоения дисциплины инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется доступ к печатным источникам, имеющимся в научной библиотеке ЧелГУ, с помощью специальных технических средств; доступ с помощью специальных технических и программных средств к электронным источникам, представленным в форме электронного документа в фонде научной библиотеки ЧелГУ или электронно-библиотечных системах.

Учебно-методические материалы для обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и особенностям восприятия информации.

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья освоение дисциплины может быть частично или полностью осуществлено с использованием дистанционных образовательных технологий.

При проведении промежуточной аттестации по дисциплине обучающимся с инвалидностью и с ограниченными возможностями здоровья обеспечивается по их заявлению предоставление в доступной форме в зависимости от их индивидуальных особенностей инструкции о порядке проведения промежуточной аттестации, оценочных средств и возможности ответов на задания (письменно на бумаге, набор ответов на компьютере, письменно шрифтом Брайля, с использованием услуг ассистента, устно).

При проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование предоставленных ЧелГУ или собственных технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями. При необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на задания, процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.



Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)  
Математический факультет  
Кафедра теории управления и оптимизации

Контрольная работа по дисциплине  
**Нечеткие модели и их  
приложения в системах  
искусственного интеллекта**

Составитель: Никитина Светлана Анатольевна, кандидат физ.-мат.наук,  
доцент кафедры теории управления и оптимизации

### Задание 1.

Задайте следующие нечеткие множества

Номер варианта	Нечеткое множество
1	Большой трудовой стаж
2	Нормальная температура тела человека
3	Вода комнатной температуры
4	Мужчина высокого роста
5	Средние денежные расходы на обед в сутки
6	Долгое время ожидания в очереди
7	Горячий напиток
8	Высокая температура воздуха в комнате
9	Среднее время приготовления завтрака (в сутки)
10	Слабый ветер

### Задание 2.

На универсальном множестве  $X = \{x_1; x_2; x_3; x_4; x_5; x_6; x_7; x_8\}$  заданы нечеткие множества  $A$  и  $B$ .

Требуется:

- 1) найти основные характеристики нечетких множеств  $A$  и  $B$ ;
- 2) найти множества  $A \cup B$ ,  $A \cup \bar{B}$ ,  $A \cap B$ ,  $\bar{A} \cap B$ ,  $\bar{A} \setminus B$ ;
- 3) разложить множества  $A$  и  $B$  по множествам уровня;
- 4) найти расстояние Хемминга и расстояние Евклида между множествами  $A$  и  $B$ ;
- 5) найти линейный и квадратичный индексы нечеткости для множеств  $A$  и  $B$ .

#### Вариант 1

	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$	$x_6$	$x_7$	$x_8$
$\mu_A(x)$	0,4	0,5	0,2	0	0,5	0,7	0,9	1
$\mu_B(x)$	0,4	0,2	0,6	0,9	1	0,7	0,3	0,1

#### Вариант 2

	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$	$x_6$	$x_7$	$x_8$
$\mu_A(x)$	0,6	0,4	0,8	0,5	0,9	0,3	0	0,2
$\mu_B(x)$	0,8	0,6	0,9	1	1	0,3	0	0

#### Вариант 3

	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$	$x_6$	$x_7$	$x_8$
$\mu_A(x)$	1	0,5	0,6	0,9	0	0,5	0,4	0,2
$\mu_B(x)$	0	0,7	0,8	0,9	0,5	1	1	0

### Вариант 4

	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$	$x_6$	$x_7$	$x_8$
$\mu_A(x)$	0,5	0,8	1	0,4	0	0	0,2	0,6
$\mu_B(x)$	0,5	0,2	0,1	0	0	0,6	0,8	0,6

### Вариант 5

	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$	$x_6$	$x_7$	$x_8$
$\mu_A(x)$	1	1	0,6	0	0,7	0,4	0,1	0
$\mu_B(x)$	0,6	0,9	0,5	0,3	0	0,5	1	0,7

### Вариант 6

	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$	$x_6$	$x_7$	$x_8$
$\mu_A(x)$	0,4	0,7	0,2	0	0,3	0,7	1	0,7
$\mu_B(x)$	0,5	0,1	0	0,5	0,7	0,9	1	1

### Вариант 7

	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$	$x_6$	$x_7$	$x_8$
$\mu_A(x)$	0	0	0,7	0,6	0,1	0,5	0,8	1
$\mu_B(x)$	0,5	0,3	0	0,6	0,7	1	0,7	0,5

### Вариант 8

	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$	$x_6$	$x_7$	$x_8$
$\mu_A(x)$	0,5	0,3	0	0,8	0,9	1	0,4	0,2
$\mu_B(x)$	0,5	1	1	0,8	0,4	0	0	0,5

### Вариант 9

	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$	$x_6$	$x_7$	$x_8$
$\mu_A(x)$	1	0,6	0,3	0	0	0,5	0,5	0,9
$\mu_B(x)$	0,7	0,4	0	0,5	0,8	1	1	0,6

### Вариант 10

	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$	$x_6$	$x_7$	$x_8$
$\mu_A(x)$	0,2	0,8	0,5	1	0	0,9	0,3	0,4
$\mu_B(x)$	0,7	0	0	0,6	0,4	1	0	0,4

### Задание 3.

На множестве  $X = \{1; 2; 3; 4; 5\}$  задайте следующие нечеткие бинарные отношения в виде матрицы отношений

Номер варианта	Нечеткое бинарное отношение
1	$x$ примерно равен $y$
2	$x$ не больше $y$

3	$x$ слегка меньше $y$
4	$x$ превосходит $y$
5	$x$ не превосходит $y$
6	$x$ слегка больше $y$
7	$x$ не меньше $y$
8	$x$ не совпадает с $y$
9	$x$ много больше $y$
10	$x$ много меньше $y$

#### Задание 4.

На множестве  $X = \{x_1; x_2; x_3; x_4\}$  заданы нечеткие бинарные отношения  $\Gamma_1$  и  $\Gamma_2$  с помощью матриц отношения. Найти композицию бинарных отношений  $\Gamma_1$  и  $\Gamma_2$  и транзитивное замыкание отношения  $\Gamma_1$  (если оно существует).

Номер варианта	$\Gamma_1$	$\Gamma_2$
1	$\begin{pmatrix} 1 & 0,4 & 0,9 & 0,5 \\ 0,8 & 1 & 0,6 & 0,4 \\ 0,4 & 0,2 & 1 & 0,8 \\ 0,1 & 1 & 0,6 & 1 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 1 & 0,3 & 0,9 & 0,5 \\ 0,7 & 1 & 0,6 & 0,4 \\ 0,4 & 0,2 & 1 & 0,8 \\ 0,9 & 1 & 0,6 & 1 \end{pmatrix}$
2	$\begin{pmatrix} 1 & 0,4 & 0,9 & 0,5 \\ 0,8 & 1 & 0,6 & 0,4 \\ 0,7 & 0,2 & 1 & 0,8 \\ 0,2 & 1 & 0,6 & 1 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 1 & 0,3 & 0,9 & 1 \\ 0,7 & 1 & 0,9 & 0,4 \\ 0,4 & 0,2 & 1 & 0,8 \\ 0,9 & 1 & 0,6 & 1 \end{pmatrix}$
3	$\begin{pmatrix} 1 & 1 & 0,9 & 0,5 \\ 0,1 & 1 & 0,6 & 0,4 \\ 0,4 & 0,2 & 1 & 0,8 \\ 0,9 & 1 & 0,6 & 1 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 1 & 0,3 & 0,9 & 0,5 \\ 0,7 & 1 & 0,6 & 0,4 \\ 0,4 & 0,9 & 1 & 0,8 \\ 0,9 & 1 & 0,6 & 1 \end{pmatrix}$
4	$\begin{pmatrix} 1 & 0,4 & 0,5 & 0,3 \\ 1 & 1 & 0,6 & 0,4 \\ 0,4 & 0,3 & 1 & 0,8 \\ 0,9 & 1 & 0,6 & 1 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 1 & 0,9 & 0,1 & 0,5 \\ 0,7 & 1 & 0,6 & 0,4 \\ 0,4 & 0,2 & 1 & 0,8 \\ 0,2 & 1 & 0,6 & 1 \end{pmatrix}$
5	$\begin{pmatrix} 1 & 0,9 & 0,7 & 0,5 \\ 0,4 & 1 & 0,6 & 0,4 \\ 0,4 & 0,2 & 1 & 0,8 \\ 0,7 & 1 & 0,6 & 1 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 1 & 0,3 & 0,9 & 0,5 \\ 0,3 & 1 & 0,5 & 0,4 \\ 0,7 & 0,2 & 1 & 0,8 \\ 0,3 & 1 & 0,6 & 1 \end{pmatrix}$

6	$\begin{pmatrix} 1 & 0,8 & 0,7 & 0,8 \\ 0,1 & 1 & 0,6 & 0,4 \\ 0,4 & 0,1 & 1 & 0,7 \\ 0,9 & 1 & 0,6 & 1 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 1 & 0,5 & 0,3 & 0,5 \\ 0,3 & 1 & 0,5 & 0,4 \\ 0,9 & 0,2 & 1 & 0,5 \\ 0,3 & 1 & 0,6 & 1 \end{pmatrix}$
7	$\begin{pmatrix} 1 & 0,5 & 0,7 & 0,5 \\ 0,4 & 1 & 0,7 & 0,4 \\ 0,5 & 0,2 & 1 & 0,8 \\ 0,7 & 0,1 & 0,6 & 1 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 1 & 0,3 & 0,9 & 0,5 \\ 0,9 & 1 & 0,1 & 0,4 \\ 0,7 & 0,2 & 1 & 0,4 \\ 0,3 & 1 & 0,1 & 1 \end{pmatrix}$
8	$\begin{pmatrix} 1 & 0,9 & 0,7 & 0,5 \\ 0,4 & 1 & 0,6 & 0,4 \\ 0,2 & 0,2 & 1 & 0,3 \\ 0,7 & 0,9 & 0,6 & 1 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 1 & 0,3 & 0,9 & 0,5 \\ 0,3 & 1 & 0,9 & 0,8 \\ 0,7 & 0,2 & 1 & 0,8 \\ 1 & 0,1 & 0,6 & 1 \end{pmatrix}$
9	$\begin{pmatrix} 1 & 0,9 & 1 & 0,6 \\ 1 & 1 & 0,6 & 0,4 \\ 0,6 & 0,2 & 1 & 1 \\ 0,7 & 1 & 0,6 & 1 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 1 & 0,3 & 0,9 & 0,7 \\ 0,8 & 1 & 1 & 0,4 \\ 0,7 & 0,2 & 1 & 0,8 \\ 0,9 & 1 & 0,6 & 1 \end{pmatrix}$
10	$\begin{pmatrix} 1 & 0,5 & 0,7 & 0,5 \\ 0,5 & 1 & 1 & 0,4 \\ 0,4 & 0,2 & 1 & 0,5 \\ 1 & 1 & 0,6 & 1 \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 1 & 0,3 & 0,9 & 0,5 \\ 1 & 1 & 1 & 0,4 \\ 0,7 & 0,2 & 1 & 0,8 \\ 0,3 & 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}$

### Задание 5.

Задайте одну лингвистическую переменную. Примените к построенной лингвистической переменной операции растяжения DIL, концентрации CON и отрицания.

**Вопрос 1.** Что такое высота нечеткого множества?

**Варианты ответов**

1. наименьшее значение функции принадлежности
2. разность между наибольшим и наименьшим значением функции принадлежности
3. четкое подмножество универсального множества, на котором функция принадлежности равна единице
4. наибольшее значение функции принадлежности

**Правильный ответ:** 4

**Вопрос 2.**  $\alpha$ -уровнем нечеткого множества  $A$  называется

1. множество всех элементов, степень принадлежности которых множеству  $A$  больше  $\alpha$
2. множество всех элементов, степень принадлежности которых множеству  $A$  не меньше  $\alpha$
3. множество всех элементов, степень принадлежности которых множеству  $A$  не больше  $\alpha$
4. множество всех элементов, степень принадлежности которых множеству  $A$  равна  $\alpha$

**Правильный ответ:** 2

**Вопрос 3.** При методе парных сравнений

1. устанавливается предпочтение объектов при сравнении всех возможных пар
2. эксперт располагает объекты в порядке предпочтения, руководствуясь одним или несколькими показателями
3. эксперт располагает объекты в порядке предпочтения, приписывая объектам числовые значения по шкале интервалов
4. эксперт приписывает объектам числовые значения по шкале интервалов

**Правильный ответ:** 1

**Вопрос 4.** Укажите интервал значений для функции принадлежности

1.  $[-1; 1]$
2.  $[0; 1]$
3.  $[-1; 0]$
4. нет правильного ответа

**Правильный ответ:** 2

**Вопрос 5.** Этап дефаззификации заключается в

1. построении нечеткого множества, являющегося выходным значением данной экспертной системы
2. вычислении нечеткой импликации для каждого правила
3. построении четкого вывода на основании нечеткого вывода
4. нет правильного ответа

**Правильный ответ:** 3

